


**GROUP III NITRIDE LASER DIODE AND ITS MANUFACTURING METHOD**

**Patent number:** JP2000196186  
**Publication date:** 2000-07-14  
**Inventor:** ONIZUKA TAKESHI; KANAMARU HIROSHI  
**Applicant:** FUJI ELECTRIC CO LTD  
**Classification:**  
- international: H01S5/10  
- european:  
**Application number:** JP19980376897 19981225  
**Priority number(s):**

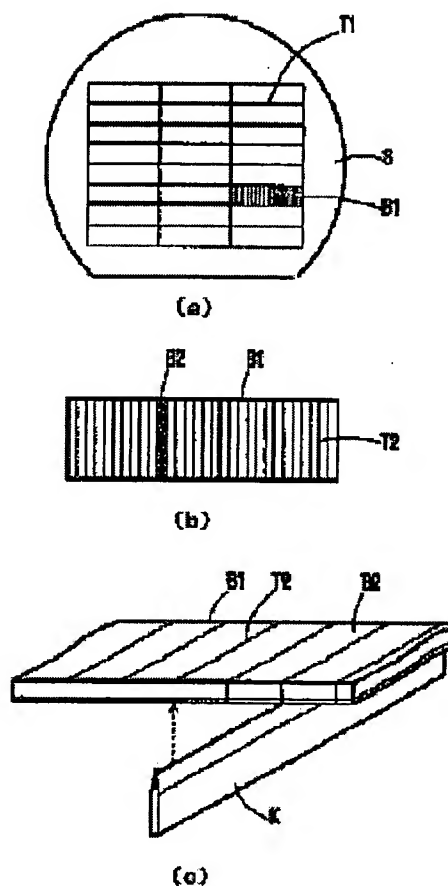
**Also published as:**

 JP2000196186 (A)

**Abstract of JP2000196186**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a group III nitride laser diode with a cleavage plane as a light resonator surface, while using a sapphire substrate, and its manufacturing method.

**SOLUTION:** In a method for manufacturing a group III nitride laser diode, where a resonator surface is formed after group III nitride film made of  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_y\text{N}_{1-x-y}$  ( $0 \leq x, y, 0 \leq x+y \leq 1$ ) is formed on a sapphire substrate with C surface as a substrate surface, the reverse side of a substrate 10 where a specific group III nitride film is laminated is polished and thinned, a scribe mark T is formed at the reverse side of the substrate in parallel with the crossing line between (1-100) surface that is the cleavage line of the group III nitride film and a substrate surface, and cutting is made along the scribe mark by a knife edge K, thus cleaving the group III nitride film to form a bar B2.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-196186

(P2000-196186A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 S 5/10

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

テーマコード(参考)

6 4 0 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数3 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-376897

(22) 出願日 平成10年12月25日 (1998.12.25)

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 鬼塚 剛

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 金丸 浩

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100088339

弁理士 篠部 正治

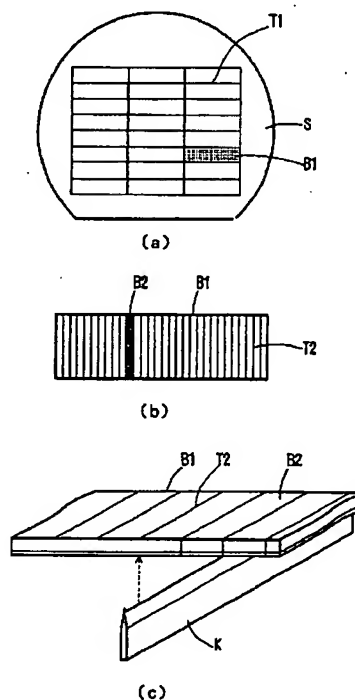
Fターム(参考) 5F073 AA04 AA74 CA17 CB05 DA32

(54) 【発明の名称】 III族窒化物レーザーダイオードおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】サファイア基板を用いながらも、劈開面を光共振器面とするIII族窒化物レーザーダイオードおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】C面を基板面とするサファイア基板上に $\text{Al}_x\text{Ga}_y\text{In}_{1-x-y}\text{N}$  (但し、 $0 \leq x, y$ 、 $0 \leq x+y \leq 1$ ) からなるIII族窒化物膜が積層された後、共振器面が形成されるIII族窒化物レーザーダイオードの製造方法において、所定のIII族窒化物膜が積層された基板10の裏面を研磨し薄板化した後、III族窒化物膜の劈開面である(1-100)面と基板面の交線に平行に基板裏側にスクライブ傷Tを入れ、スクライブ傷に沿ってナイフエッジKにより割ることによって、III族窒化物膜の劈開を行なう(バーB2とする)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】C面を基板面とするサファイア基板とその上に積層された $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ （但し、 $0 \leq x, y, 0 \leq x+y \leq 1$ ）からなるIII族窒化物膜からなるIII族窒化物レーザダイオードにおいて、前記レーザダイオードの光共振器面は前記III族窒化物膜の劈開面であることを特徴とするIII族窒化物レーザダイオード。

【請求項2】C面を基板面とするサファイア基板上に $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ （但し、 $0 \leq x, y, 0 \leq x+y \leq 1$ ）からなるIII族窒化物膜が積層された後、共振器面が形成されるIII族窒化物レーザダイオードの製造方法において、所定のIII族窒化物膜が積層された基板の裏面を研磨し薄板化した後、III族窒化物膜の劈開面である(1-100)面と基板面の交線に平行に基板裏側にスクライプ傷を入れ、スクライプ傷に沿って割ることによって、III族窒化物膜の劈開を行うことを特徴とするIII族窒化物レーザダイオードの製造方法。

【請求項3】前記薄板の厚さは $30\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項2に記載のIII族窒化物レーザダイオードの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】III族窒化物半導体を使用したレーザダイオードに関するものであり、基板に $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ （サファイア）のC面（(0001)面）を用いた $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ 系からなるIII族窒化物レーザダイオードに関する。

## 【0002】

【従来の技術】直接遷移型でバンドギャップが1.9～6.2eVまで制御可能な $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ （AlGaInNと略記する）系材料（III族窒化物半導体）を用いたレーザダイオードが試作されている。現在良質なAlGaInN結晶が得られる基板はサファイアであり広く用いられているが、サファイア基板とAlGaInNは劈開方向が異なるため従来レーザダイオードに必要な光共振器面は劈開によって形成されておらず、ドライエッチング等によって形成されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のAlGaAs系材料を用いたレーザダイオードなどは基板はGaAsであり、基板とその上に積層されたAlGaAs系膜の劈開面が一致しており、基板の劈開によって良好な共振器面が作成される。しかし、サファイア基板の(0001)面すなわちC面にAlGaInN膜を形成した場合、サファイア基板の(1-210)面とAlGaInNの(1-100)面が平行となるようにエピタキシャル成長するため、基板の劈開面である(1-102)面とAlGaInNの劈開面である(1-100)面は一致せず、基板面の法線を軸として $30^\circ$ ずれ、基板面に垂直方向に約 $57^\circ$ 傾斜した関係になる。従って従来の基板の劈開面で割る劈開方法により光共振器を形成しようとすると、Al

GaInN膜の割れた面には多数のステップが生じ良好な光共振器は得られない。したがってAlGaInN系のレーザダイオードではドライエッチング等で加工して共振器面を得ている。このためレーザダイオードを形成するための工程が増えて加工工程は煩雑になっている。

【0004】本発明の目的は、サファイア基板を用いながらも、劈開面を光共振器面とするIII族窒化物レーザダイオードおよびその製造方法を提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、C面を基板面とするサファイア基板とその上に積層された $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ （但し、 $0 \leq x, y, 0 \leq x+y \leq 1$ ）からなるIII族窒化物膜からなるIII族窒化物レーザダイオードにおいて、前記レーザダイオードの光共振器面は前記III族窒化物膜の劈開面であることとする。

【0006】C面を基板面とするサファイア基板上に $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ （但し、 $0 \leq x, y, 0 \leq x+y \leq 1$ ）からなるIII族窒化物膜が積層された後、共振器面が形成されるIII族窒化物レーザダイオードの製造方法において、所定のIII族窒化物膜が積層された基板の裏面を研磨し薄板化した後、III族窒化物膜の劈開面である(1-100)面と基板面の交線に平行に基板裏側にスクライプ傷を入れ、スクライプ傷に沿って割ることによって、III族窒化物膜の劈開を行うこととする。

【0007】前記薄板の厚さは $30\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であるといい。サファイア基板の劈開面は(0001)面および(1-102)面等であり、AlGaInNの劈開面は(0001)面および(1-100)面等である。ところがサファイア基板においては(0001)面以外の面の劈開性は弱いことから、十分に薄く研磨加工された基板にダイヤモンドスクライバーによりAlGaInNの劈開面(1-100)にそって傷入れを行って傷で割ると、AlGaInNは(1-100)劈開面で割れ（劈開し）、サファイア基板は劈開面(1-102)面では割れずに、AlGaInNの劈開面に平行な(1-210)面で割れる。劈開工程はエッチング工程に比べ簡便であり、歩留まりよくAlGaInNの劈開面が得られることが可能になる。

## 【0008】

## 【発明の実施の形態】実施例1

図2は本発明に係るAlGaInN膜からなるレーザダイオードの斜視図である。(0001)面を基板面とする厚さ $300\mu\text{m}$ のサファイア基板10上に、厚さ $3\mu\text{m}$ のn-GaNのコンタクト層11、n-AlGaInのクラッド層12、多重量子井戸構造の活性層13、p-GaNのコンタクト層14およびp-GaNのキャップ層15を積層した。そしてエッチングにより幅 $8\mu\text{m}$ のダイオード部を残すようにパターニングした後、ダイオード部とその周縁部に $\text{SiO}_2$ からなる絶縁層16を側面の保護と電流狭窄のために形成し、Ni/Mo/Auからなるp電極で被覆した。コンタクト層の他の部分にはTi

/Al からなるn 電極17を形成した。

【0009】次に基板のブロック化と劈開工程を説明する。図1は本発明に係るレーザーダイオードの製造工程を示し、(a)はブロック境界傷を入れたサファイア基板の平面図、(b)はIII 族窒化物膜のへき開面に平行に傷を入れたブロックの平面図であり、(c)はブロックとへき開ナイフエッジの関係を示す斜視図である。

【0010】上記の基板10をAlGaInN 膜面側を研磨用の基板支持台S に接着固定し、基板裏面から基板の厚さが100  $\mu\text{m}$  以下となるまで機械的に研磨した。そして、基板10の研磨した面に、AlGaInN 膜の劈開面に平行(サファイア基板の[1-210] 軸方向である)に4 mm間隔に、それに垂直方向に15mm間隔にダイヤモンドスクライバーを用いて傷を入れた。4  $\times$  15mmの長方形を1 つのブロックB1とする(図1(a))。

【0011】基板支持台から剥離した基板を軽く叩いて、ブロックB1に割り出した。このブロックB1のサファイア基板面に短辺に平行に0.3mm 間隔にダイヤモンドスクライバーを用いて傷を入れた(図1(b))。4mm  $\times$  0.3mm のバーB2とする。最後に、AlGaInN 膜面側からナイフエッジK で矢印方向に突き上げるにより(図1(c))、AlGaInN 膜を劈開して、両側面が劈開面のバーB2を形成した。

【0012】図3は本発明に係る実施例の基板厚さ100  $\mu\text{m}$  の場合のAlGaInN 膜の劈開面の状態を示す電子顕微鏡写真であり、(a)は約300 倍、(b)は約10000 倍である。AlGaInN 系膜の劈開面は(1-100) であり、極めて平滑な劈開面であることが判る。比較のため基板が厚い場合を図3に示す。図4は基板厚さ200  $\mu\text{m}$  の場合のAlGaInN 膜の劈開面の状態を示す約10000 倍の電子顕微鏡写真である。

【0013】基板の厚さが200  $\mu\text{m}$  以上の場合には、基板からAlGaInN 膜へかけて厚さ方向に多数の劈開ステップが観測された。レーザーダイオードの光共振器とはならない。上記のバーを幅0.4mm に割って、0.3  $\times$  0.4mm のレーザーダイオードチップとした。これらのチップにパルス電流を流したところ、電流密度約10kA/cm<sup>2</sup> でレーザー発振させることができた。一方、基板の厚さが200  $\mu\text{m}$  の場合には、電流密度50kA/cm<sup>2</sup> まで流してもレーザー発振は観測できなかった。

【0014】図5は研磨後のサファイア基板の厚さとAlGaInN 系膜のバー上の単位長さ(10 $\mu\text{m}$ ) 当たりのステップの本数との関係を示すグラフである。サファイア基板の厚さが150  $\mu\text{m}$  より大きいと劈開面のステップが急激に増加していることが判る。また、AlGaInN 系膜形成前の基板の厚さに $\pm 10\mu\text{m}$  程度のばらつきがあること、研磨精度が $\pm 5\mu\text{m}$  程度はあること、さらに研磨後の基板の取扱に必要な強度を保つ必要があることなどから、

研磨により薄板化できる最低サファイア基板厚さは30 $\mu\text{m}$  程度であった。以上のことから、サファイア基板の厚さを30 $\mu\text{m}$  以上150  $\mu\text{m}$  以下とすることが必要であることが判る。

【0015】

【発明の効果】本発明によれば、所定のIII 族窒化物膜が積層されたC 面を基板面とするサファイア基板の裏面を研磨し薄板化した後、III 族窒化物膜の劈開面である(1-100) 面と基板面の交線に平行に基板裏側にスクライブ傷を入れ、スクライブ傷に沿って割ることによって、III 族窒化物膜の劈開を行うようにしたため、AlGaInN の劈開面に平行な劈開性の弱い劈開面で基板を割ることができ、サファイア基板を用いながら、劈開面を光共振器とするレーザーダイオードを得ることができる。

【0016】また、劈開工程はエッチング工程に比べて簡便であり、レーザーダイオードを歩留まり良く製造できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るレーザーダイオードの製造工程を示し、(a)はブロック境界傷を入れたサファイア基板の平面図、(b)はIII 族窒化物膜のへき開面に平行に傷を入れたブロックの平面図であり、(c)はブロックとへき開ナイフエッジの関係を示す斜視図である。

【図2】本発明に係るAlGaInN 膜からなるレーザーダイオードの斜視図である。

【図3】本発明に係る実施例の基板厚さ100  $\mu\text{m}$  の場合のAlGaInN 膜の劈開面の状態を示す電子顕微鏡写真であり、(a)は約300 倍、(b)は約10000 倍である。

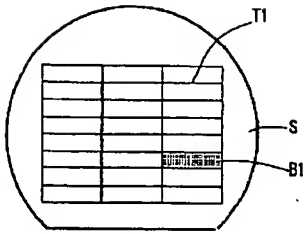
【図4】基板厚さ200  $\mu\text{m}$  の場合のAlGaInN 膜の劈開面の状態を示す約10000 倍の電子顕微鏡写真である。

【図5】研磨後のサファイア基板の厚さとAlGaInN 系膜のステップの本数との関係を示すグラフである。

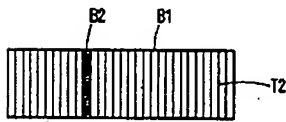
【符号の説明】

- 10 サファイア基板
- 11 コンタクト層
- 12 n-クラッド層
- 13 活性層
- 14 p-クラッド層
- 15 キャップ層
- 16 絶縁層
- 17 p電極
- 18 n電極
- B1 ブロック
- B2 バー
- S 基板支持台
- K ナイフエッジ
- T スクライブ傷

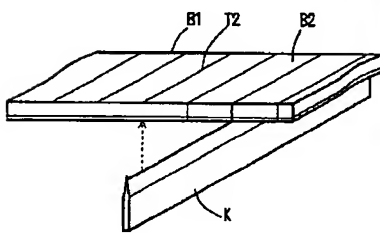
【図1】



(a)

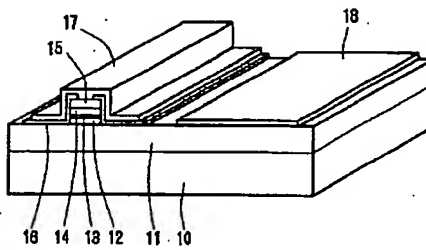


(b)



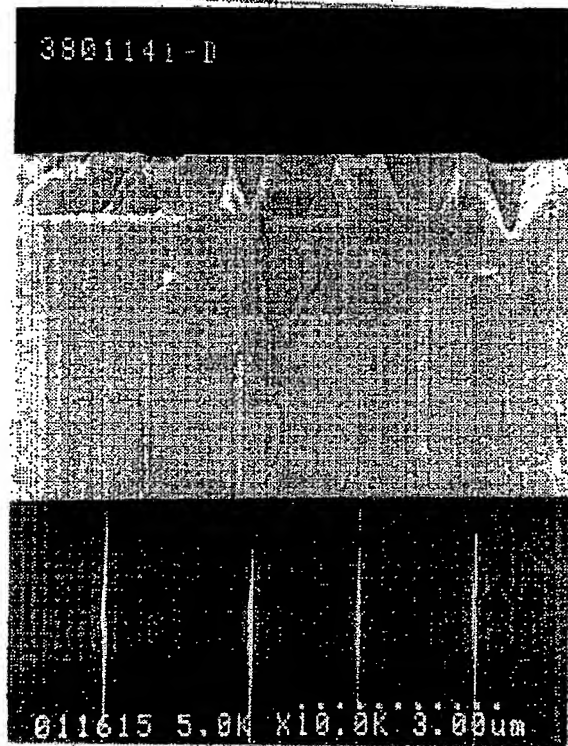
(c)

【図2】



【図4】

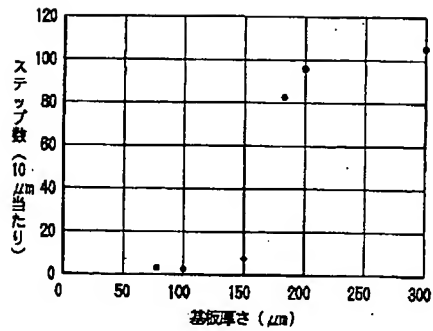
図面代用写真



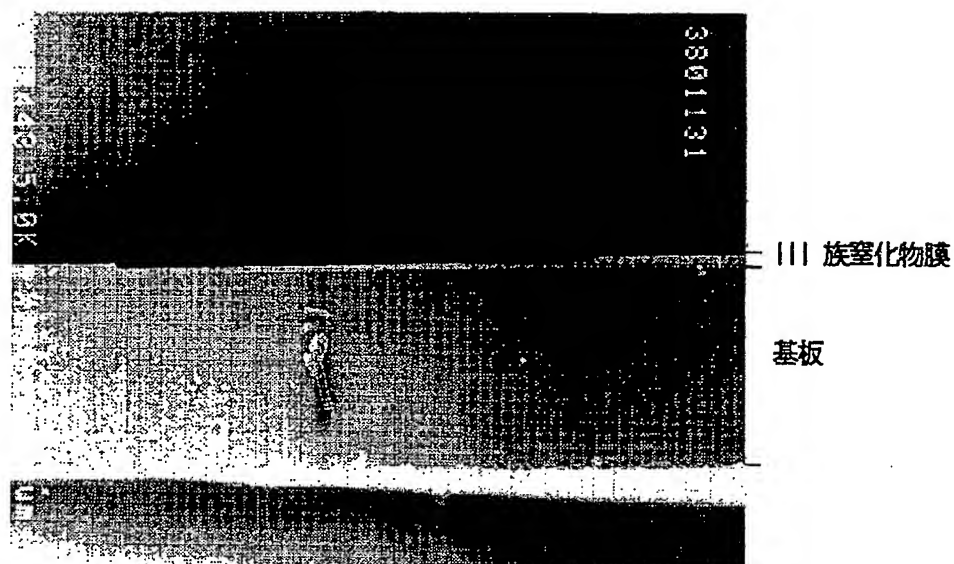
III 族窒化物膜

基板

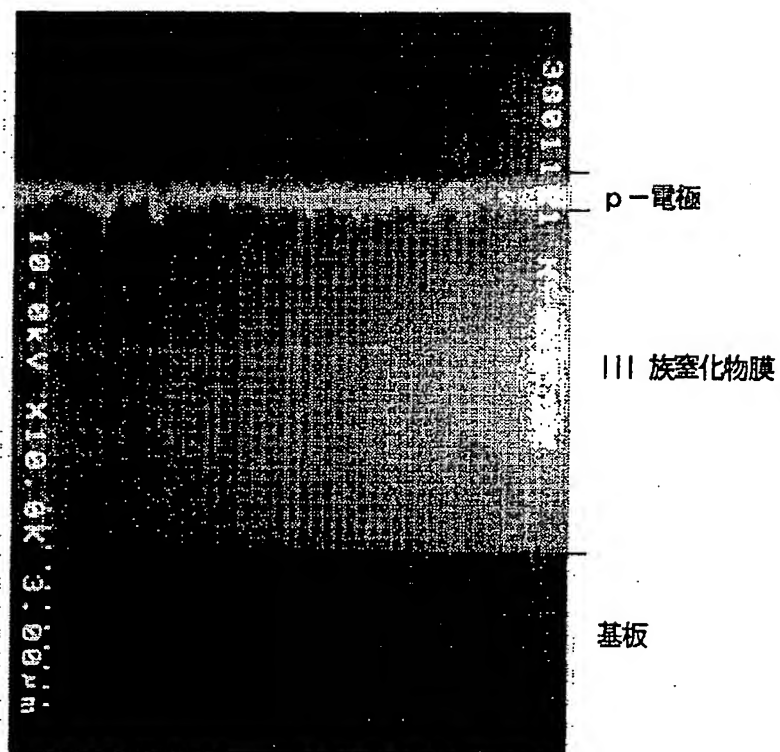
【図5】



【図3】



(a)



(b)

図面代用写真